

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Atsuhisa ASADA

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: SETTING METHOD FOR CONTROL PARAMETER, SETTING DEVICE FOR CONTROL
PARAMETER, AND ELECTRIC POWER STEERING DEVICE

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number _____, filed _____, is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §120**.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119(e)**:
Application No. _____ Date Filed _____
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119**, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

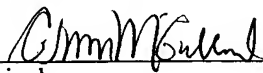
<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2003-086785	March 27, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. _____ filed _____
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number _____
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. _____ filed _____; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s) _____
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland
Registration Number 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月27日
Date of Application:

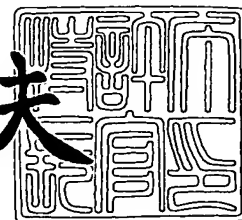
出願番号 特願2003-086785
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-086785]

出願人 豊田工機株式会社
Applicant(s):

2003年 9月17日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫





【書類名】 特許願

【整理番号】 112342

【提出日】 平成15年 3月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01L 3/10

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市朝日町 1 丁目 1 番地 豊田工機株式会社内

 【氏名】 浅田 敦久

【特許出願人】

 【識別番号】 000003470

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市朝日町 1 丁目 1 番地

 【氏名又は名称】 豊田工機株式会社

 【代表者】 湯野川 孝夫

【代理人】

 【識別番号】 100095795

 【住所又は居所】 名古屋市中区栄 1 丁目 2 2 番 6 号

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 田下 明人

【選任した代理人】

 【識別番号】 100098567

 【住所又は居所】 名古屋市中区栄 1 丁目 2 2 番 6 号

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 加藤 壯祐

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 054874

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9205099

【包括委任状番号】 9114445

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 制御パラメータの設定方法、制御パラメータの設定装置および電気式動力舵取装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ステアリングホイールに連結されたステアリング軸の回転角である第 1 操舵角を検出する第 1 レゾルバと、この第 1 レゾルバと異なる対極数を有し前記ステアリング軸の回転角である第 2 操舵角を検出する第 2 レゾルバと、前記ステアリング軸をピニオン軸としこのピニオン軸に噛合するラック軸を有するラックアンドピニオン式の操舵機構と、このラック軸の駆動をアシストするモータと、このモータの回転角であるモータ電気角を検出する第 3 レゾルバと、前記第 1 操舵角、前記第 2 操舵角および前記モータ電気角から求められた前記ステアリングホイールの絶対回転位置に基づいて前記モータを制御する制御手段と、を備える電気式動力舵取装置に対する制御パラメータの設定方法であって、

前記第 1 操舵角および前記第 2 操舵角から求められる前記ピニオン軸側の機械角と前記モータの前記モータ電気角とに基づいて前記ピニオン軸と前記モータとの回転比を求め、この回転比を、前記第 1 操舵角、前記第 2 操舵角および前記モータ電気角から前記ステアリングホイールの絶対回転位置を求めるために用いられる制御パラメータとして前記制御手段に設定することを特徴とする制御パラメータの設定方法。

【請求項 2】 前記制御手段は記憶手段を備えており、前記回転比または前記制御パラメータは、この記憶手段に記憶されることを特徴とする請求項 1 記載の制御パラメータの設定方法。

【請求項 3】 ステアリングホイールに連結されたステアリング軸の回転角である第 1 操舵角を検出する第 1 レゾルバと、この第 1 レゾルバと異なる対極数を有し前記ステアリング軸の回転角である第 2 操舵角を検出する第 2 レゾルバと、前記ステアリング軸をピニオン軸としこのピニオン軸に噛合するラック軸を有するラックアンドピニオン式の操舵機構と、このラック軸の駆動をアシストするモータと、このモータの回転角であるモータ電気角を検出する第 3 レゾルバと、

前記第 1 操舵角、前記第 2 操舵角および前記モータ電気角から求められた前記ステアリングホイールの絶対回転位置に基づいて前記モータを制御する制御手段と、を備える電気式動力舵取装置に対する制御パラメータの設定装置であって、

前記第 1 操舵角および前記第 2 操舵角から求められる前記ピニオン軸側の機械角と前記モータの前記モータ電気角とに基づいて前記ピニオン軸と前記モータとの回転比を求める回転比算出手段と、

前記求められた回転比を、前記第 1 操舵角、前記第 2 操舵角および前記モータ電気角から前記ステアリングホイールの絶対回転位置を求めるために用いられる制御パラメータとして前記制御手段に設定するパラメータ設定手段と、

を備えることを特徴とする制御パラメータの設定装置。

【請求項 4】 前記制御手段は記憶手段を備えており、前記回転比または前記制御パラメータは、この記憶手段に記憶されることを特徴とする請求項 3 記載の制御パラメータの設定装置。

【請求項 5】 ステアリングホイールに連結されたステアリング軸の回転角である第 1 操舵角を検出する第 1 レゾルバと、この第 1 レゾルバと異なる対極数を有し前記ステアリング軸の回転角である第 2 操舵角を検出する第 2 レゾルバと、前記ステアリング軸をピニオン軸としこのピニオン軸に噛合するラック軸を有するラックアンドピニオン式の操舵機構と、このラック軸の駆動をアシストするモータと、このモータの回転角であるモータ電気角を検出する第 3 レゾルバと、前記第 1 操舵角、前記第 2 操舵角および前記モータ電気角から求められた前記ステアリングホイールの絶対回転位置に基づいて前記モータを制御する制御手段と、を備える電気式動力舵取装置であって、

請求項 1 または 2 記載の制御パラメータの設定方法により設定された前記制御パラメータを用いて前記第 1 操舵角、前記第 2 操舵角および前記モータ電気角から求められた前記ステアリングホイールの絶対回転位置に基づいて前記モータを制御することを特徴とする電気式動力舵取装置。

【請求項 6】 ステアリングホイールに連結されたステアリング軸の回転角である第 1 操舵角を検出する第 1 レゾルバと、この第 1 レゾルバと異なる対極数を有し前記ステアリング軸の回転角である第 2 操舵角を検出する第 2 レゾルバと

、前記ステアリング軸をピニオン軸としこのピニオン軸に嚙合するラック軸を有するラックアンドピニオン式の操舵機構と、このラック軸の駆動をアシストするモータと、このモータの回転角であるモータ電気角を検出する第3レゾルバと、前記第1操舵角、前記第2操舵角および前記モータ電気角から求められた前記ステアリングホイールの絶対回転位置に基づいて前記モータを制御する制御手段と、を備える電気式動力舵取装置であって、

請求項3または4記載の制御パラメータの設定装置により設定された前記制御パラメータを用いて前記第1操舵角、前記第2操舵角および前記モータ電気角から求められた前記ステアリングホイールの絶対回転位置に基づいて前記モータを制御することを特徴とする電気式動力舵取装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、制御パラメータの設定方法、制御パラメータの設定装置および電気式動力舵取装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、ステアリング軸に連結された操舵機構にモータによるアシスト力を与えることにより、ステアリングホイールによる操舵力を軽減させる電気式動力舵取装置が知られている。このような電気式動力舵取装置においては、ステアリングホイールが左右1回転以上の有限回転数内で回転するため、「車両が直進するステアリングホイールの位置」を中立位置とし、この中立位置から左右何度の回転位置にステアリングホイールが位置しているかを絶対位置としてセンサにより検出することによって、操舵角を把握している。

【0003】

そして、このようなステアリングホイールによる操舵角を検出するセンサとして、例えば、下記の特許文献1に開示される「絶対位置検出装置」が本願出願人により提案されている。この「絶対位置検出装置」では、ステアリングホイールの操舵トルクを検出するトルクセンサとしての第2レゾルバとアシストモータの

モータ回転角を検出するモータレゾルバとを異なった対極数により構成することで、両レゾルバから検出される検出信号の周期差から生じる検出信号波形のズレが、ステアリングホイールとアシストモータとの回転比に基づく所定量になるという特性を利用してステアリングホイールの絶対回転位置を検出している。

【0004】

【特許文献1】

特開 2003-75109 号公報（段落番号 0042～0071、図 7、図 8）

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献 1 に開示される「絶対位置検出装置」によると、このようなステアリングホイールとアシストモータとの回転比は、例えば、設計値等として予め定められた比ストローク S やリード L に基づいて決定されている。ここで「比ストローク S」とはステアリングホイールが 1 回転したときのラックアンドピニオン機構のラック軸の移動量のことで、また「リード」とはアシストモータが 1 回転したときの同ラック軸の移動量のことで、当該回転比は S/L により算出される。

【0006】

このため、例えば、ラックアンドピニオン機構を構成するピニオンギヤやラック溝等に加工誤差やバラツキ等があると、予定した設計値等による当該回転比に対しても誤差を与え、さらには前述した検出信号波形の定量的なズレにも誤差を与える結果、ステアリングホイールの絶対回転位置を正確に検出することが困難になるという問題がある。

【0007】

本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、ステアリングホイールの絶対回転位置を正確に検出できる制御パラメータを電気式動力舵取装置に対して設定し得る制御パラメータの設定方法および制御パラメータの設定装置を提供することにある。

また、本発明の別の目的は、ステアリングホイールの絶対回転位置を正確に検出し、当該絶対回転位置に基づいて操舵をアシストするモータを制御し得る電気

式動力舵取装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段および発明の作用・効果】

上記目的を達成するため、請求項1の制御パラメータの設定方法では、ステアリングホイールに連結されたステアリング軸の回転角である第1操舵角を検出する第1レゾルバと、この第1レゾルバと異なる対極数を有し前記ステアリング軸の回転角である第2操舵角を検出する第2レゾルバと、前記ステアリング軸をピニオン軸としこのピニオン軸に噛合するラック軸を有するラックアンドピニオン式の操舵機構と、このラック軸の駆動をアシストするモータと、このモータの回転角であるモータ電気角を検出する第3レゾルバと、前記第1操舵角、前記第2操舵角および前記モータ電気角から求められた前記ステアリングホイールの絶対回転位置に基づいて前記モータを制御する制御手段と、を備える電気式動力舵取装置に対する制御パラメータの設定方法であって、前記第1操舵角および前記第2操舵角から求められる前記ピニオン軸側の機械角と前記モータの前記モータ電気角とに基づいて前記ピニオン軸と前記モータとの回転比を求め、この回転比を、前記第1操舵角、前記第2操舵角および前記モータ電気角から前記ステアリングホイールの絶対回転位置を求めるために用いられる制御パラメータとして前記制御手段に設定することを技術的特徴とする。

【0009】

また、上記目的を達成するため、請求項3の制御パラメータの設定装置では、ステアリングホイールに連結されたステアリング軸の回転角である第1操舵角を検出する第1レゾルバと、この第1レゾルバと異なる対極数を有し前記ステアリング軸の回転角である第2操舵角を検出する第2レゾルバと、前記ステアリング軸をピニオン軸としこのピニオン軸に噛合するラック軸を有するラックアンドピニオン式の操舵機構と、このラック軸の駆動をアシストするモータと、このモータの回転角であるモータ電気角を検出する第3レゾルバと、前記第1操舵角、前記第2操舵角および前記モータ電気角から求められた前記ステアリングホイールの絶対回転位置に基づいて前記モータを制御する制御手段と、を備える電気式動力舵取装置に対する制御パラメータの設定装置であって、前記第1操舵角および

前記第2操舵角から求められる前記ピニオン軸側の機械角と前記モータの前記モータ電気角とに基づいて前記ピニオン軸と前記モータとの回転比を求める回転比算出手段と、前記求められた回転比を、前記第1操舵角、前記第2操舵角および前記モータ電気角から前記ステアリングホイールの絶対回転位置を求めるために用いられる制御パラメータとして前記制御手段に設定するパラメータ設定手段と、を備えることを技術的特徴とする。

【0010】

請求項1の発明および請求項3の発明では、第1操舵角および第2操舵角から求められるピニオン軸側の機械角とモータのモータ電気角とに基づいてピニオン軸とモータとの回転比を求め、この回転比を、第1操舵角、第2操舵角およびモータ電気角からステアリングホイールの絶対回転位置を求めるために用いられる制御パラメータとして制御手段に設定する。

【0011】

当該ピニオン軸側の機械角は、操舵機構を構成するピニオン軸としてのステアリング軸の回転角を第1レゾルバおよび第2レゾルバによって検出されたものであり、またモータのモータ電気角は、第3レゾルバによって検出されたものである。これにより、例えば、実際に操舵機構を構成しているピニオンギヤやラック溝等に生じ得る加工誤差やバラツキ等を含めてこれらから当該回転比を求めることができる。したがって、このように操舵機構等の機構部品個々に生じ得る誤差等を含めて求められた当該回転比を電気式動力舵取装置の制御パラメータとして設定することができるので、電気式動力舵取装置に対してステアリングホイールの絶対回転位置を正確に検出可能にする制御パラメータを設定することができる。またこのような回転比が設定された電気式動力舵取装置は、ステアリングホイールの絶対回転位置を正確に検出することができる。

【0012】

また、請求項2の制御パラメータの設定方法では、請求項1において、前記制御手段は記憶手段を備えており、前記回転比または前記制御パラメータは、この記憶手段に記憶されることを技術的特徴とする。

【0013】

さらに、請求項4の制御パラメータの設定装置では、請求項3において、前記制御手段は記憶手段を備えており、前記回転比または前記制御パラメータは、この記憶手段に記憶されることを技術的特徴とする。

【0014】

請求項2の発明および請求項4の発明では、制御手段は記憶手段を備えており、回転比または制御パラメータはこの記憶手段に記憶されることから、一度当該回転比を求めた後においては、この記憶手段から当該回転比を読み込むことにより当該回転比を求める必要がなくなる。これにより、回転比の必要時に電気式動力舵取装置の制御手段により毎回、当該回転比を求める必要がなくなるので、制御手段の処理負担を軽減でき、処理速度の高速化を可能にすることができる。

【0015】

また、請求項5の電気式動力舵取装置では、ステアリングホイールに連結されたステアリング軸の回転角である第1操舵角を検出する第1レゾルバと、この第1レゾルバと異なる対極数を有し前記ステアリング軸の回転角である第2操舵角を検出する第2レゾルバと、前記ステアリング軸をピニオン軸としこのピニオン軸に噛合するラック軸を有するラックアンドピニオン式の操舵機構と、このラック軸の駆動をアシストするモータと、このモータの回転角であるモータ電気角を検出する第3レゾルバと、前記第1操舵角、前記第2操舵角および前記モータ電気角から求められた前記ステアリングホイールの絶対回転位置に基づいて前記モータを制御する制御手段と、を備える電気式動力舵取装置であって、請求項1または2記載の制御パラメータの設定方法により設定された前記制御パラメータを用いて前記第1操舵角、前記第2操舵角および前記モータ電気角から求められた前記ステアリングホイールの絶対回転位置に基づいて前記モータを制御することを技術的特徴とする。

【0016】

さらに、請求項6の電気式動力舵取装置では、ステアリングホイールに連結されたステアリング軸の回転角である第1操舵角を検出する第1レゾルバと、この第1レゾルバと異なる対極数を有し前記ステアリング軸の回転角である第2操舵角を検出する第2レゾルバと、前記ステアリング軸をピニオン軸としこのピニオ

ン軸に嚙合するラック軸を有するラックアンドピニオン式の操舵機構と、このラック軸の駆動をアシストするモータと、このモータの回転角であるモータ電気角を検出する第3レゾルバと、前記第1操舵角、前記第2操舵角および前記モータ電気角から求められた前記ステアリングホイールの絶対回転位置に基づいて前記モータを制御する制御手段と、を備える電気式動力舵取装置であって、請求項3または4記載の制御パラメータの設定装置により設定された前記制御パラメータを用いて前記第1操舵角、前記第2操舵角および前記モータ電気角から求められた前記ステアリングホイールの絶対回転位置に基づいて前記モータを制御することを技術的特徴とする。

【0017】

請求項5の発明および請求項6の発明では、制御パラメータの設定方法または制御パラメータの設定装置により設定された制御パラメータを用いて第1操舵角、第2操舵角およびモータ電気角から求められたステアリングホイールの絶対回転位置に基づいてモータを制御する。これにより、当該電気式動力舵取装置を構成する操舵機構等の機構部品個々に生じ得る誤差等を含めて求められた当該回転比が、電気式動力舵取装置の制御パラメータとして設定されるので、この制御パラメータを用いてステアリングホイールの絶対回転位置を正確に求めることができる。したがって、ステアリングホイールの絶対回転位置を正確に検出し、当該絶対回転位置に基づいて操舵をアシストするモータを制御することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の制御パラメータの設定方法、制御パラメータの設定装置および電気式動力舵取装置の実施形態について図を参照して説明する。

まず、本発明の制御パラメータの設定方法を適用した一実施形態および本発明の電気式動力舵取装置を適用した一実施形態に係る電気式動力舵取装置20の構成等を図1～4に基づいて説明する。

【0019】

図1および図4に示すように、本実施形態に係る電気式動力舵取装置20は、主に、ステアリングホイール21、ステアリング軸22、ピニオン軸23、ラッ

ク軸 24、トルクセンサ 30、モータ 40、モータレゾルバ 44、ボールねじ機構 50、ECU 60 等から構成されており、ステアリングホイール 21 による操舵状態をトルクセンサ 30 により検出し、その操舵状態に応じたアシスト力をモータ 40 により発生させて運転者による操舵をアシストするものである。なお、ラック軸 24 の両側には、それぞれタイロッド等を介して図略の車輪が連結されている。

【0020】

即ち、図 1 および図 2 に示すように、ステアリングホイール 21 には、ステアリング軸 22 の一端側が連結され、このステアリング軸 22 の他端側には、ピニオンハウジング 25 内に收容されたトルクセンサ 30 の入力軸 23 a およびトーションバー 31 がピン 32 により連結されている。またこのトーションバー 31 の他端側 31 a には、ピニオン軸 23 の出力軸 23 b がスプライン結合によって連結されている。

【0021】

このピニオン軸 23 の入力軸 23 a はベアリング 33 a により、また出力軸 23 b もベアリング 33 b により、それぞれピニオンハウジング 25 内を回転自在に軸受されており、さらに入力軸 23 a とピニオンハウジング 25 との間には、第 1 レゾルバ 35 が、また出力軸 23 b とピニオンハウジング 25 との間には、第 2 レゾルバ 37 が、それぞれ設けられている。トルクセンサ 30 を構成する第 1 レゾルバ 35 および第 2 レゾルバ 37 は、ステアリングホイール 21 による操舵角を検出し得るもので、端子 39 を介して ECU 60 にそれぞれ電氣的に接続されている（図 4 参照）。

【0022】

ピニオン軸 23 の出力軸 23 b の端部には、ピニオンギヤ 23 c が形成されており、このピニオンギヤ 23 c にはラック軸 24 のラック溝 24 a が噛合可能に連結されている。これにより、ラックアンドピニオン式の操舵機構を構成している。

【0023】

図 1 および図 3 に示すように、ラック軸 24 は、ラックハウジング 26 および

モータハウジング 27 内に收容されており、その中間部には、螺旋状にボールねじ溝 24b が形成されている。このボールねじ溝 24b の周囲には、ラック軸 24 と同軸に回転可能にベアリング 29 により軸受される円筒形状のモータ軸 43 が設けられている。このモータ軸 43 は、ステータ 41 や励磁コイル 42 等とともにモータ 40 を構成するもので、ステータ 41 に巻回された励磁コイル 42 により発生する界磁が、回転子に相当するモータ軸 43 の外周に設けられた永久磁石 45 に作用することより、モータ軸 43 が回転し得るように構成されている。

【0024】

モータ軸 43 は、その内周にボールねじナット 52 が取り付けられており、このボールねじナット 52 にも、螺旋状にボールねじ溝 52a が形成されている。そのため、このボールねじナット 52 のボールねじ溝 52a とラック軸 24 のボールねじ溝 24b との間に多数のボール 54 を転動可能に介在させることによって、モータ軸 43 の回転によりラック軸 24 を軸方向に移動可能なボールねじ機構 50 を構成することができる。

【0025】

即ち、両ボールねじ溝 24b、52a 等から構成されるボールねじ機構 50 により、モータ軸 43 の正逆回転の回転トルクをラック軸 24 の軸線方向における往復動に変換することができる。これにより、この往復動は、ラック軸 24 とともにラックアンドピニオン式の操舵機構を構成するピニオン軸 23 を介してステアリングホイール 21 の操舵力を軽減するアシストカとなる。

【0026】

なお、モータ 40 のモータ軸 43 とモータハウジング 27 との間には、モータ軸 43 の回転角（電気角） θ_{Me} を検出し得るモータレゾルバ 44 が設けられており、このモータレゾルバ 44 は図略の端子を介して ECU 60 に電氣的に接続されている（図 4 参照）。このモータレゾルバ 44 は、特許請求の範囲に記載の「第 3 レゾルバ」に相当するものである。

【0027】

ECU 60 は、CPU 61、不揮発性メモリ 62、バッファアンプ 63、64、65 等から構成されている。CPU 61 には、バッファアンプ 63、64、6

5を介して、第1レゾルバ35、第2レゾルバ37およびモータレゾルバ44が電氣的に接続されているほか、システムバスを介して不揮発性メモリ62や図略の主記憶装置としての半導体メモリ装置等が接続されている。なお、この主記憶装置には、後述する制御パラメータ設定処理に関するプログラム等が格納されている。このECU60は、特許請求の範囲に記載の「制御手段」に相当するもので、また不揮発性メモリ62は、特許請求の範囲に記載の「記憶手段」に相当するもので、例えばフラッシュメモリ等のEEPROMやハードディスク装置等の磁気記憶装置あるいはMOディスク装置の光磁気記憶装置等が用いられる。

【0028】

なお、第1レゾルバ35、第2レゾルバ37およびモータレゾルバ44の構成および電氣的特性については、本願出願人による特開2003-75109号公報、特願2002-196131号の明細書、特願2003-73807号の明細書等に詳細に開示されているので、これらを参照されたい。

【0029】

このように構成することにより、ステアリング軸22の回転角、即ちステアリングホイール21の回転角（ピニオン軸側の機械角） θ_{Tm} を、第1レゾルバ35による第1操舵角 θ_{T1} および第2レゾルバ37による第2操舵角 θ_{T2} により検出することができる。また第1操舵角 θ_{T1} と第2操舵角 θ_{T2} との角度差や、角度比等からトーションバー31の捻れ量（操舵トルクに対応するもの）を捻れ角として検出することができる。

【0030】

そして、このトーションバー31の捻れ角度である相対回転角度差 $\Delta\theta$ とトーションバー31の剛性とから操舵トルク T を算出することができるので、この操舵トルク T に応じて操舵力をアシストするための公知のアシスト制御をECU60のCPU61によって行なうことで、前述したモータ40により発生する操舵力によって運転者よる操舵をアシストすることができる。

【0031】

ここで、トルクセンサ30を構成する一方の第1レゾルバ35は、対極数5で電氣的には5組のN極、S極を有することから、第1レゾルバ35から得られる

第1操舵角（電気角） $\theta T1$ には、ステアリングホイール21の1回転（360度）につき、5つのピーク点ができる。またこの第1レゾルバ35は、機械角360°に対して $360^\circ \times 5 = 1800^\circ$ に相当する電気角を出力し得るため、電気角360°のレゾルバより5倍の分解能を有する。

【0032】

これに対し、トルクセンサ30を構成する他方の第2レゾルバ37から得られる第2操舵角（電気角） $\theta T2$ には、ステアリングホイール21の1回転（360度）につき6つのピーク点ができる。これは、第2レゾルバ37が対極数6のレゾルバであり、電気的には6組のN極、S極を有することから、機械角360°に対して $360^\circ \times 6 = 2160^\circ$ に相当する電気角を出力し得る。つまり、当該第2レゾルバ37は、電気角360°のレゾルバより6倍の分解能を有する。

【0033】

このように、第1レゾルバ35はレゾルバ出力信号として電気角 $\theta T1$ を、また第2レゾルバ37はレゾルバ出力信号として電気角 $\theta T2$ をそれぞれ出力するが、図5からわかるように、両信号波形は同じステアリングホイール21の回転角において同じ値をとることはない。そのため、第1レゾルバ35の電気角 $\theta T1$ と第2レゾルバ37の電気角 $\theta T2$ とに基づいて、CPU61による演算処理を行うことにより、ステアリングホイール21の1回転に対して、高分解能の機械角 θTm を得ることができる。

【0034】

ところが、図5からわかるように、本実施形態に係る電気式動力舵取装置20では、ステアリングホイール21が中立点を中心に左右2回転ずつ回転し得ることから、トルクセンサ30を構成する第1、第2レゾルバ35、37だけでは、各回転量（ $A=1, 0, -1, -2$ ）を特定することができない。そこで、モータレゾルバ44によりモータ40のモータ回転角（電気角 θMe ）を検出し、さらに演算モータ電気角 $\theta Me(A)$ を算出する処理をECU60により行う。

【0035】

即ち、次式(1)による演算処理によって、 $A=1, 0, -1, -2$ に対応する4つの演算モータ電気角 $\theta Me(1)$ 、 $\theta Me(0)$ 、 $\theta Me(-1)$ 、 $\theta Me(-2)$ を算出し、さ

らに4個の演算モータ電気角 $\theta_{Me}(A)$ を所定範囲内に丸めた後、実際のモータ電気角 θ_{Me} (以下、演算モータ電気角 $\theta_{Me}(A)$ と区別するため、「実モータ電気角 θ_{Me} 」という。) に最も近いものを各回転量 ($A = 1, 0, -1, -2$) のなかから選択する。

【0036】

$$\theta_{Me}(A) = (\theta_{Tm} + 360 \times A) \times r \quad \cdots (1)$$

【0037】

なお、 r は、ボールねじ機構50の減速ギヤ比とモータレゾルバ44の対極数との積による演算値で、小数点以下の数値を有する非整数となる値である。例えば、ボールねじ機構50の減速ギヤ比が8.2、モータレゾルバ44の対極数が7に設定される場合には、当該演算値 r は57.4 ($= 8.2 \times 7$) となる。

【0038】

これにより、図5に示すように、ステアリングホイール21が左右1回転以上の有限回転数内で回転する場合であっても、トルクセンサ30を構成する第1レゾルバ35、第2レゾルバ37およびモータレゾルバ44により、ステアリングホイール21の絶対回転位置を検出することができる。

【0039】

ここで、演算値 r は、ステアリングホイール21の回転量とモータ40の回転量との比(回転比) M_{rev} と、モータ40の対極数 P との積 ($r = M_{rev} \times P$) により求められる。この回転比 M_{rev} は、ステアリングホイール21が1回転したときのモータ40の回転数としても表現することができ、前述したように、比ストローク S をリード L により除算することで求められる。即ち、ステアリングホイール21が1回転したときのラック軸24の移動量である比ストローク S を、モータ40が1回転したときのラック軸24の移動量であるリード L で割ることにより回転比 M_{rev} を求めることができ ($M_{rev} = S / L$)、この値には通常、予め決定された設計値等が所定値として設定されている。

【0040】

しかしながら、[発明が解決しようとする課題]のところで述べたように、この回転比 M_{rev} に設計値等の所定値を設定した場合には、操舵機構を構成するピニ

オン軸 23 のピニオンギヤ 23c やラック軸 24 のラック溝 24a 等といった機構部品に加工誤差やバラツキ等が生じると、所定値に設定された回転比 M_{rev} に対して誤差を与えることから、当該回転比 M_{rev} に含まれる誤差が、回転比 M_{rev} と対極数 P との積により求められる演算値 r にも直接影響を与える。その結果、前掲の式(1)により算出される演算モータ電気角 $\theta_{Me}(A)$ の精度を低下させ、ひいては各回転量 ($A = 1, 0, -1, -2$) の中から実モータ電気角 θ_{Me} に最も近いものを選択する際に、誤った選択を誘因し得る。

【0041】

そこで、本実施形態に係る電気式動力舵取装置 20 では、図 6 に示す制御パラメータ設定処理によって、このような誤差を含み難い回転比 M_{rev} を算出し、これを制御パラメータとして設定することを可能にしている。なお、この図 6 に示す制御パラメータ設定処理は、例えば、ECU 60 を構成する主記憶装置にロードされるプログラムを CPU 61 が実行することにより行われるものである。

【0042】

図 6 に示すように、制御パラメータ設定処理では、まずステップ S101 ~ S107 により、所定角度以上の範囲で変化する各レゾルバの電気角 θ_{T1} 、 θ_{T2} 、 θ_{Me} を積算する処理が行われる。

即ち、ステップ S101 により第 1 レゾルバ 35 により検出される第 1 操舵角（電気角） θ_{T1} 、第 2 レゾルバ 37 により検出される第 2 操舵角（電気角） θ_{T2} 、モータレゾルバ 44 により検出されるモータ軸 43 の実モータ電気角 θ_{Me} を取得した後、ステップ S103 により、電気角 θ_{T1} 、 θ_{T2} からステアリングホイール 21 の機械角（ピニオン軸 23 側の機械角） θ_{Tm} を算出する処理を行い、これにより算出された機械角 θ_{Tm} と実モータ電気角 θ_{Me} とをそれぞれ前回算出されたものに積算する処理をステップ S105 により行う。

【0043】

そして、当該積算処理が所定角度以上の範囲で行われたか否かをステップ S107 により判断し、所定角度以上の範囲で積算されていると判断できない場合には（S107 で No）、ステップ S101 に戻ってステップ S105 までの処理を行い、さらに機械角 θ_{Tm} および実モータ電気角 θ_{Me} を積算する。なお、ステッ

プS107に判断される「所定角度以上の範囲」の所定角度は、例えばステアリングホイール21の4回転分あたる1440度や1回転分あたる360度あるいは1/4回転分にあたる90度等に設定される。一方、ステップS107により所定角度以上の範囲で積算されていると判断できる場合には（S107でYes）、続くステップS109によりステアリングホイール21とモータ40の回転比Mrevを算出する処理を行う。

【0044】

ステップS109では、ステップS101～S107により積算された、ステアリングホイール21の機械角 θ_{Tm} とモータ40の実モータ電気角 θ_{Me} とに基づいて、次式(2)によりステアリングホイール21とモータ40との回転比Mrevを算出する処理が行われる。なお同式でPはモータ40の対極数を示す。

【0045】

$$Mrev = \int \theta_{Me} / (\int \theta_{Tm} \times P) \quad \dots (2)$$

【0046】

例えば、ステップS101～S107によって、ステアリングホイール21の4回転分あたる1440度分の機械角 θ_{Tm} および実モータ電気角 θ_{Me} が積算されている場合には、例えば、 $\int \theta_{Me}$ として82656（＝1440×57.4）、 $\int \theta_{Tm} \times P$ として10080（＝1440×7）が得られることから、回転比Mrevとして8.2（＝82656／10080）が算出される。なお本ステップは、特許請求の範囲に記載の「回転比算出手段」に相当するものである。

【0047】

続くステップS111では、ステップS109により算出された回転比Mrevを電気式動力舵取装置20の制御パラメータに設定する処理が行われる。このステップS111は、特許請求の範囲に記載の「パラメータ設定手段」に相当するものである。例えば、前掲の式(1)の演算値r（＝Mrev×P）を求める際に用いられる制御パラメータとして設定される。前述の例では、回転比Mrevとして8.2が得られているので、この回転比Mrevを制御パラメータとして設定することにより、演算値rには57.4（＝8.2×7）が与えられる。

【0048】

このように回転比Mrev を必要に応じて本制御パラメータ設定処理によりリアルタイムに設定しても良いが、これではECU60のCPU61に演算処理負担が高まるので、一度求めた回転比Mrev をメモリ装置に記憶し、必要時にそれから読み出すという処理形態を採った方がCPU61の処理負担を軽減することができる。なお、本制御パラメータ設定処理により回転比Mrev を定期的（例えば10分ごとや1時間ごと等）に設定することによって、温度変化や経時変化等により操舵機構の機構部品等にバラツキ等が生じた場合にも、当該バラツキ等に適応した回転比Mrev を制御パラメータとして設定することができる。この場合、所定期間を計時するタイマ処理等により本制御パラメータ設定処理が定期的に起動される。

【0049】

そこで、次のステップS113では、ステップS109により算出された回転比Mrev を不揮発性メモリに書き込む処理が行われる。具体的には、例えば、ECU60を構成する不揮発性メモリ62（例えばフラッシュメモリ等のEEPROM）に回転比Mrev に関する情報（データ）が書き込まれることにより、それに記憶される。これにより、例えば、電気式動力舵取装置20の出荷時の検査工程や出荷後のメンテナンス工程等において、本制御パラメータ設定処理が実行されることにより、算出された回転比Mrev をECU60に記憶することができる。

【0050】

以上説明したように、本実施形態に係る電気式動力舵取装置20によると、第1レゾルバ35により検出された第1操舵角 θ_{T1} および第2レゾルバ37により検出された第2操舵角 θ_{T2} から求められるステアリングホイール21の機械角 θ_{Tm} と、モータレゾルバ44により検出されたモータ40の実モータ電気角 θ_{Me} とに基づいてステアリングホイール21の機械角 θ_{Tm} とモータ40との回転比Mrev を求め（S109）、この回転比Mrev を、第1操舵角 θ_{T1} 、第2操舵角 θ_{T2} および実モータ電気角 θ_{Me} からステアリングホイール21の演算モータ電気角 $\theta_{Me(A)}$ （ $A=-2, -1, 0, 1$ ）を求めるための前掲の式(1)の演算値 r （ $=Mrev \times P$ ）を与える際に用いられる制御パラメータに設定する（S111）。

【0051】

これにより、例えば、実際に操舵機構を構成しているピニオン軸 23 のピニオンギヤ 23c やラック軸 24 のラック溝 24a 等に生じ得る加工誤差やバラツキ等を含めてこれらから当該回転比 M_{rev} を求めることができる。したがって、このように操舵機構等の機構部品個々に生じ得る誤差等を含めて求められた当該回転比 M_{rev} を電気式動力舵取装置 20 の制御パラメータとして設定することができるので、電気式動力舵取装置 20 に対してステアリングホイール 21 の絶対回転位置を正確に検出可能にする制御パラメータを設定することができる。またこのような回転比 M_{rev} が設定された電気式動力舵取装置 20 は、ステアリングホイール 21 の絶対回転位置を正確に検出し、当該絶対回転位置に基づいて操舵をアシストするモータ 40 を制御することができる。

【0052】

なお、上述した実施形態では、電気式動力舵取装置 20 を例示して説明したが、本発明の実施形態はこれに限られることはなく、例えば、本実施形態の電気式動力舵取装置 20 を構成する ECU 60 を電気式動力舵取装置 20 とは別個独立のコンピュータシステム（CPU、メモリ装置、入出力装置、インタフェース装置等を含むもの）により構成し、図 6 に示す制御パラメータ設定処理をこのコンピュータシステムに実行させる、制御パラメータ設定装置を構築しても良い。この場合に求められた回転比 M_{rev} は、電気式動力舵取装置 20 の ECU 60 を構成するメモリ装置（不揮発性メモリを含む）に記憶されることとなるが、これにより、電気式動力舵取装置 20 の ECU 60 に負担をかけることなく、回転比 M_{rev} を電気式動力舵取装置 20 に設定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態に係る電気式動力舵取装置の構成を示す構成図である。

【図 2】

図 1 に示す一点鎖線 II による楕円内の拡大図である。

【図 3】

図 1 に示す一点鎖線 III による楕円内の拡大図である。

【図 4】

本第 1 実施形態の電気式動力舵取装置を制御する E C U とレゾルバとの接続構成を示すブロック図である。

【図 5】

ステアリングホイールの回転角に対する第 1 レゾルバおよび第 2 レゾルバによるレゾルバ出力信号、ステアリングホイールの機械角を示す特性図である。

【図 6】

図 4 に示す E C U により実行される制御パラメータ設定処理の流れを示すフローチャートである。

【符号の説明】

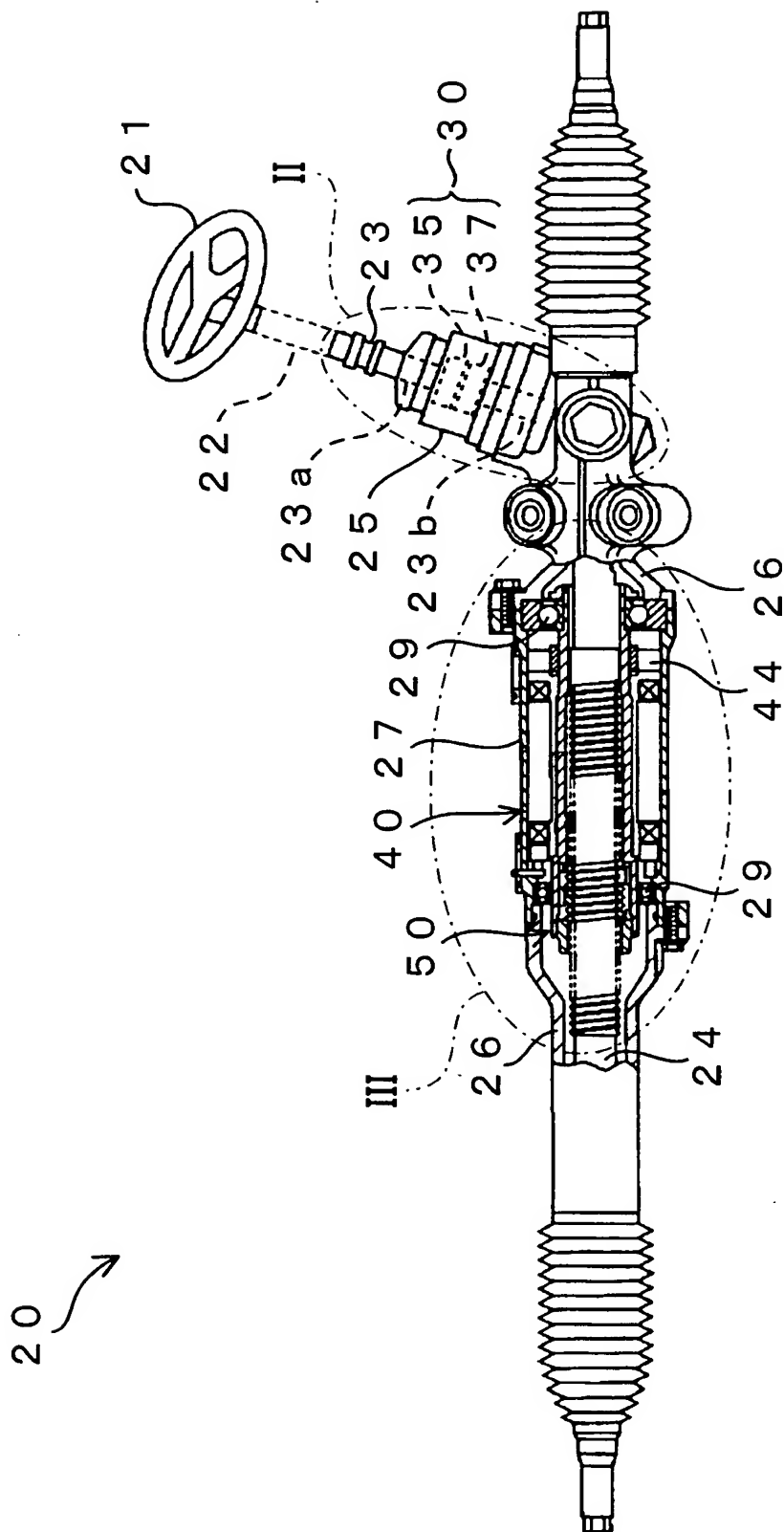
2 0	電気式動力舵取装置
2 1	ステアリングホイール
2 2	ステアリング軸
2 3	ピニオン軸
2 3 c	ピニオンギヤ
2 4	ラック軸
2 4 a	ラック溝
3 0	トルクセンサ
3 5	第 1 レゾルバ
3 7	第 2 レゾルバ
4 0	モータ
4 4	モータレゾルバ (第 3 レゾルバ)
5 0	ボールねじ機構
6 0	E C U (制御手段、回転比算出手段、パラメータ設定手段)
6 1	C P U
6 2	不揮発性メモリ (記憶手段)
$\theta T1$	第 1 レゾルバの電気角 (第 1 操舵角)
$\theta T2$	第 2 レゾルバの電気角 (第 2 操舵角)
θMe	実モータ電気角 (モータ電気角)
θTm	機械角

$\theta_{Me}(A)$ 演算モータ電気角

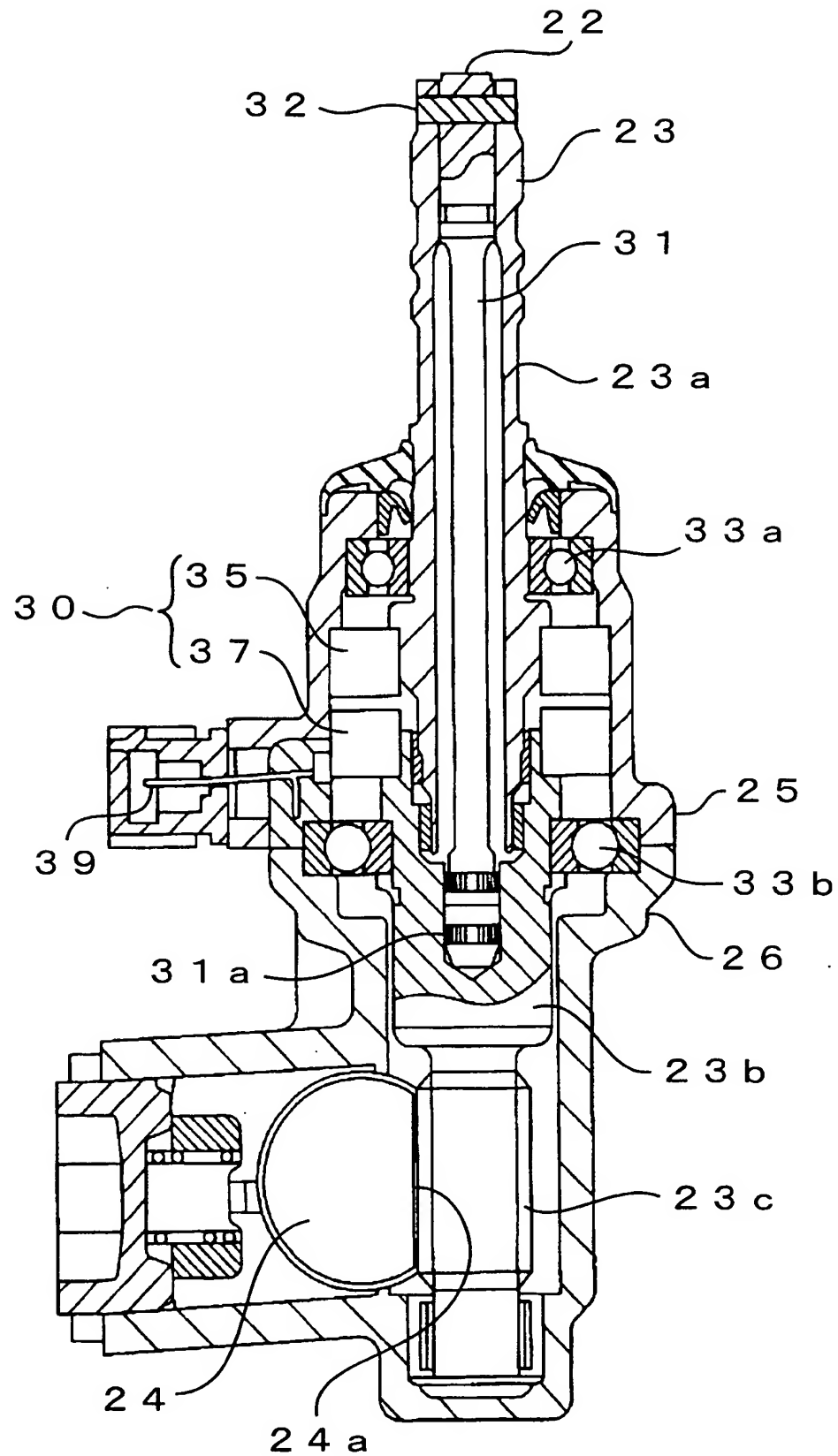
S 1 0 9 (回転比算出手段)、S 1 1 1 (パラメータ設定手段)

【書類名】 図面

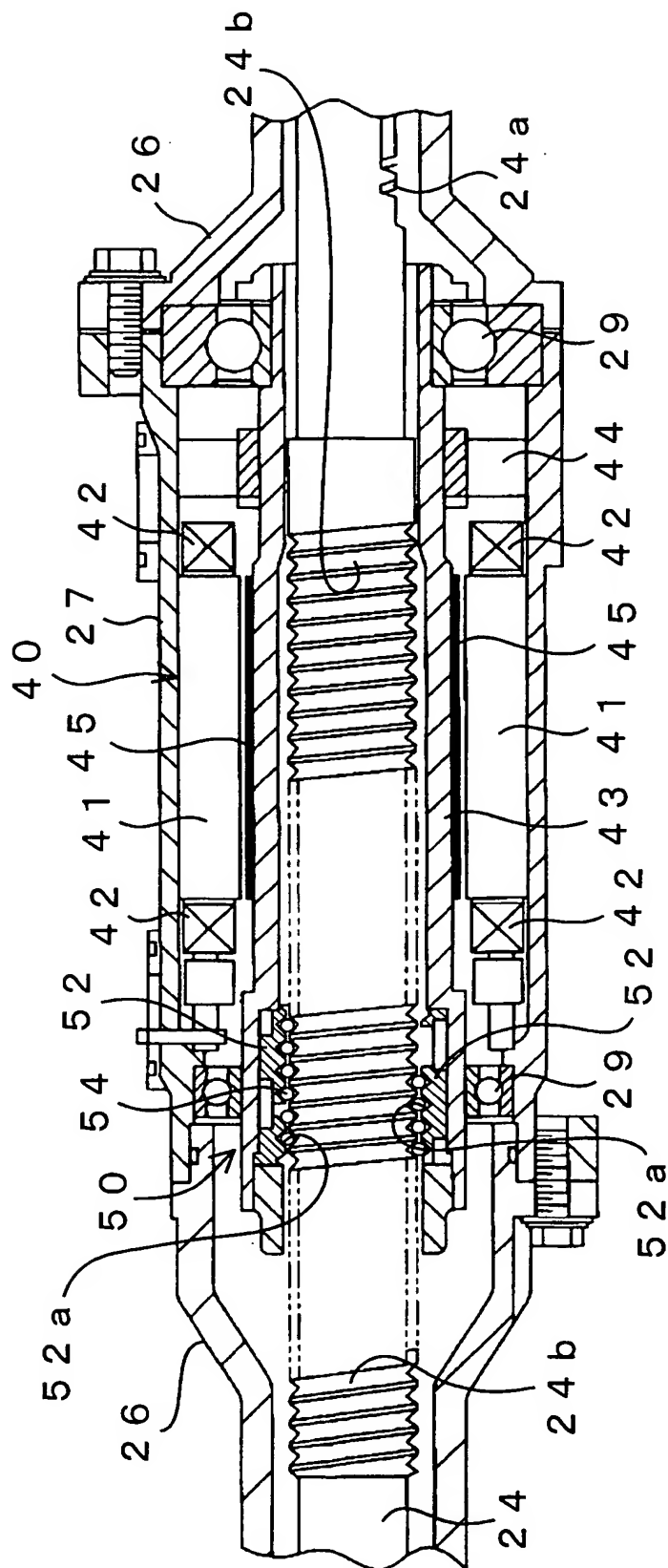
【図 1】



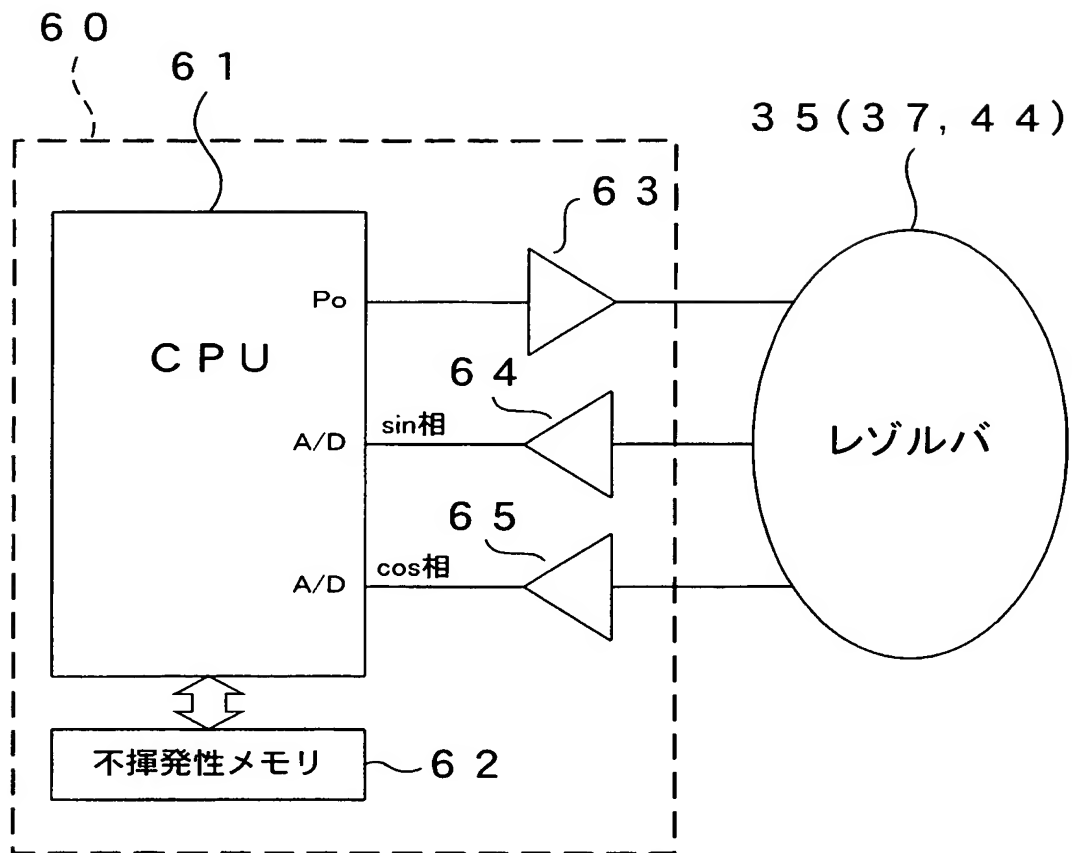
【図 2】



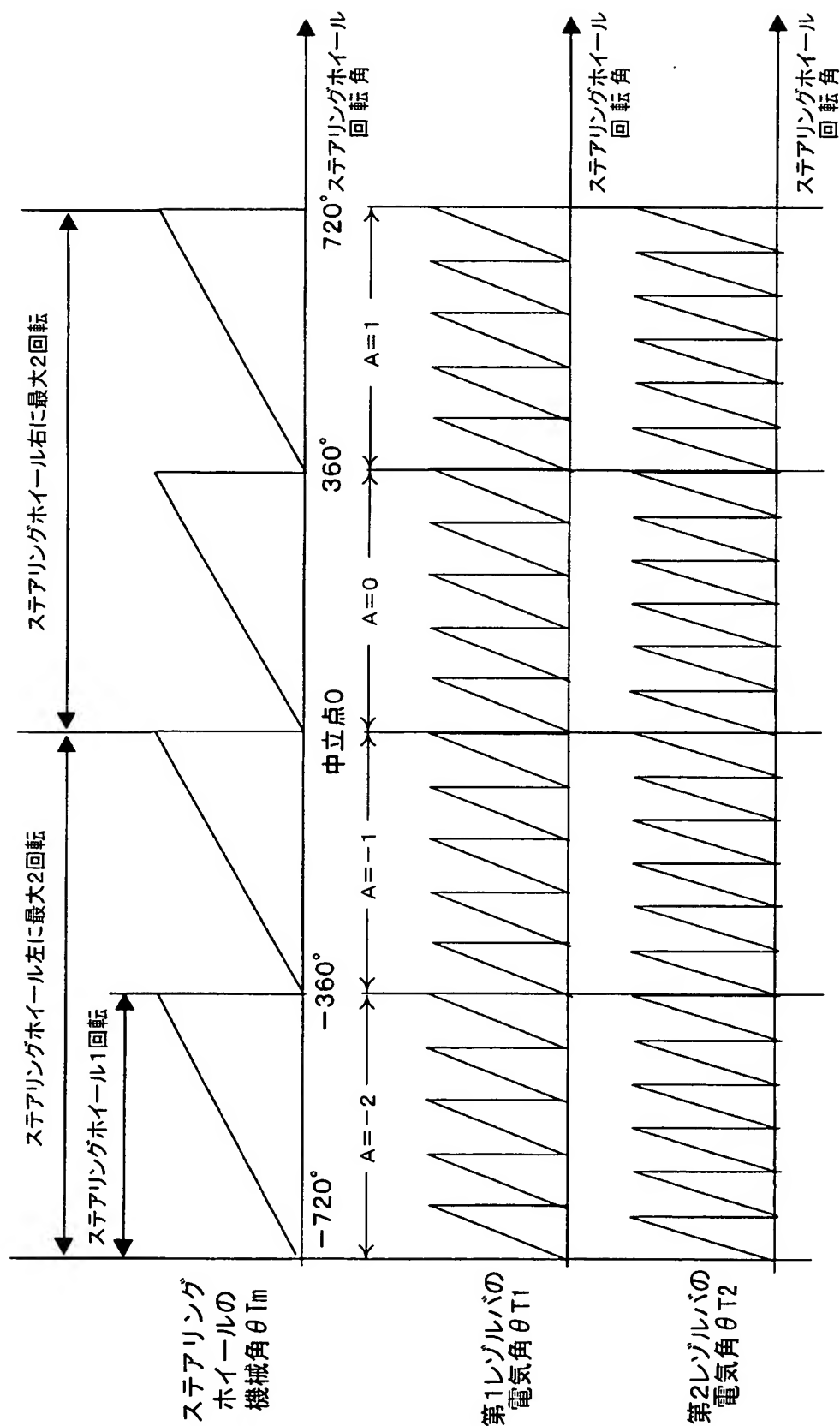
【図 3】



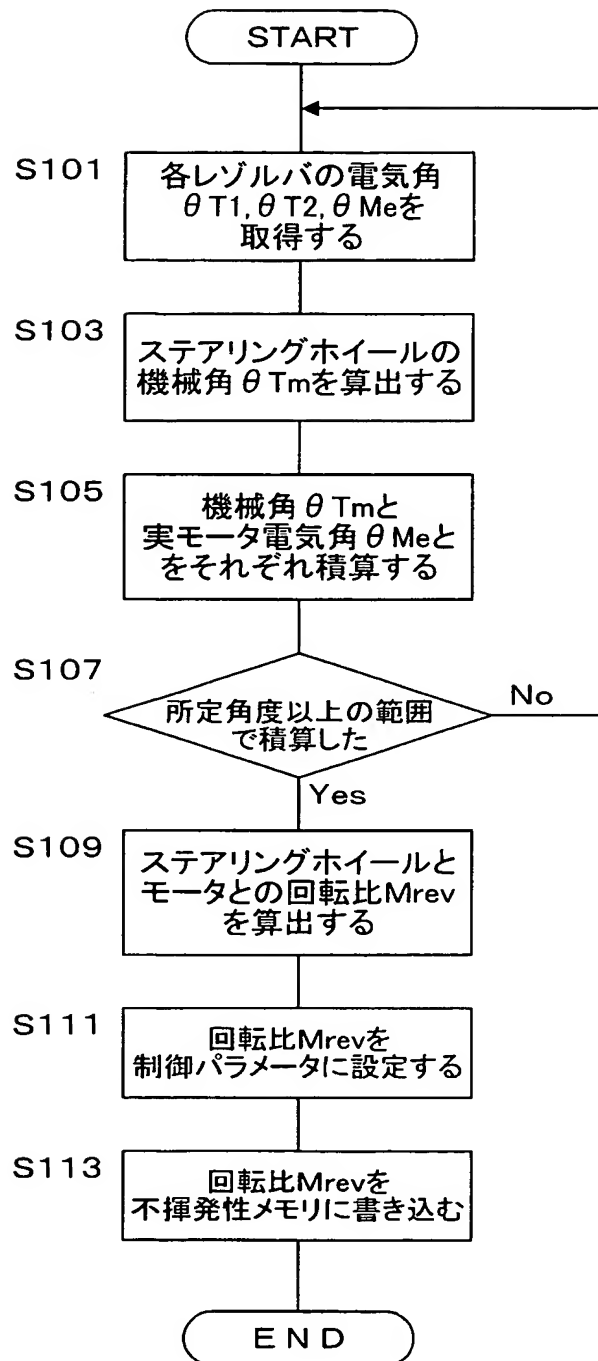
【図 4】



【図5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ステアリングホイールの絶対回転位置を正確に検出できる制御パラメータを電気式動力舵取装置に対して設定し得る制御パラメータの設定方法および制御パラメータの設定装置を提供する。

【解決手段】 電気式動力舵取装置では、第1レゾルバにより検出された第1操舵角 $\theta T1$ および第2レゾルバにより検出された第2操舵角 $\theta T2$ から求められるステアリングホイールの機械角 θTm と、モータレゾルバにより検出されたモータの実モータ電気角 θMe と、に基づいてステアリングホイールの機械角 θTm とモータとの回転比 $Mrev$ を求め（S109）、この回転比 $Mrev$ を、第1操舵角 $\theta T1$ 、第2操舵角 $\theta T2$ および実モータ電気角 θMe からステアリングホイールの演算モータ電気角 $\theta Me(A)$ （ $A = -2, -1, 0, 1$ ）を求めるための演算式の演算値 r を与える際に用いられる制御パラメータに設定する（S111）。

【選択図】 図6

特願 2 0 0 3 - 0 8 6 7 8 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 4 7 0]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県刈谷市朝日町 1 丁目 1 番地

氏 名

豊田工機株式会社